

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-228034

(P2003-228034A)

(43) 公開日 平成15年 8 月15日 (2003. 8. 15)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号
G 0 2 F 1/11 5 0 5
B 2 3 K 26/00
26/06
G 0 2 B 26/10 1 0 4

F I テーマコード^{*}(参考)
G 0 2 F 1/11 5 0 5 2 H 0 4 5
B 2 3 K 26/00 N 2 H 0 7 9
26/06 Z 4 E 0 6 8
G 0 2 B 26/10 1 0 4 Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-29710(P2002-29710)

(22) 出願日 平成14年 2 月 6 日 (2002. 2. 6)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

(72) 発明者 高浦 淳

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株
会社リコー内

(74) 代理人 100067873

弁理士 横山 亨 (外 1 名)

F ターム(参考) 2H045 AB01 BA15 DA11 DA31

2H079 AA04 BA01 CA22 KA01 KA20

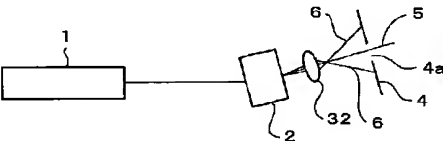
4E068 CA02 CD08 CD10

(54) 【発明の名称】 レーザ光学装置

(57) 【要約】

【目的】 音響光学変調素子 A O M を用いたとき得られる複数の回折ビームの内、所望の変調ビームと、不要な回折ビームとの分離角度を拡大し、所望の変調ビームの光束を取り出す小型の装置を得る。

【構成】 レーザ光源 1 から出射して A O M 2 に入射した光束は A O M 2 による変調を受けて複数の回折ビームに分かれて出射する。その中の所望の変調ビームのビーム光軸に、正のパワーをもつ光学素子 3 2 の光軸を一致させて配置する。光学素子 3 2 から出射した各回折ビームのビーム光軸は、光学素子 3 2 の焦点後方に一旦収束し、さらに発散光束として進行する。光学素子 3 2 から十分離れた位置に、遮光部材 4 を設けることによって、所望の変調ビームのみを得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】音響光学変調素子による光強度変調手段を有するレーザ装置において、前記音響光学変調素子の後方に負のパワーをもつ光学素子の光軸を前記音響光学変調素子から出射される所望の変調ビームのビーム光軸と同軸に配置し、前記音響光学変調素子から出射される互いに射出角度の異なる複数の回折ビームの分離角度を拡大し、前記所望の変調ビームのみを通し、それ以外の不要な回折ビームを通さない大きさの開口を有する遮光部材を、前記開口の中心が前記光軸に一致するように配置して前記不要な回折ビームを遮光することを特徴とするレーザ光学装置。

【請求項 2】音響光学変調素子による光強度変調手段を有するレーザ装置において、前記音響光学変調素子の後方に、正のパワーをもつ光学素子の光軸を前記音響光学変調素子から出射される所望の変調ビームのビーム光軸と同軸に配置し、前記音響光学変調素子から出射される射出角度の異なる複数の不要な回折ビームのビーム光軸を、一旦前記光学素子の焦点後方の収束点で前記光学素子の光軸と交差させた後発散させることによって分離角度を拡大し、前記光学素子から前記収束点までの距離に等しいかそれよりも大きい距離だけ前記収束点から離れた位置に、前記所望の変調ビームのみを通し、それ以外の不要な回折ビームを通さない大きさの開口を有する遮光部材を、前記開口の中心が前記光軸に一致するように配置して前記不要な回折ビームを遮光することを特徴とするレーザ光学装置。

【請求項 3】音響光学変調素子による光強度変調手段を有するレーザ装置において、前記音響光学変調素子の後方に、正のパワーをもつ 2 群レンズで構成されるアフォーカル光学系の光軸を、前記音響光学変調素子から出射される所望の変調ビームのビーム光軸と同軸に配置し、前記アフォーカル光学系の前群の屈折作用により、前記音響光学変調素子から出射される射出角度の異なる複数の不要な回折ビームのビーム光軸を、一旦前記光学素子の焦点後方に収束後発散させることによって分離角度を拡大し、前記アフォーカル光学系の後群直前または直後位置に、前記所望の変調ビームのみを通し、それ以外の不要な回折ビームを通さない大きさの開口を有する遮光部材を、前記開口の中心が前記光軸に一致するように配置して前記不要な回折ビームを遮光することを特徴とするレーザ光学装置。

【請求項 4】前記アフォーカル光学系は、前群焦点距離より後群焦点距離が長いビームエキスパンダであることを特徴とする請求項 3 に記載のレーザ光学装置。

【請求項 5】波長の異なる複数のレーザビームをそれぞれ対応する音響光学変調素子で個別に変調し、得られる複数の回折ビームのうち、各所望の変調ビームのビーム光軸を同軸に合成する複数の偏向装置からなるビーム合成手段を有し、該ビーム合成手段によって合成された、

異なる波長を含む合成ビームを、その後方に配置され、前記ビーム光軸と光軸を一致させ、アクロマートレンズにより構成されたアフォーカル光学系に入射させ、前記アフォーカル光学系の後群の直前もしくは直後に配置した、前記合成ビームのみを通し、それ以外の不要な回折ビームを通さない大きさの開口を有し、該開口の中心が前記光軸と一致する遮光部材によって、所望の変調ビームのみを平行光束として取り出すことを特徴とするレーザ光学装置。

10 【請求項 6】前記それぞれ対応する音響光学変調素子に入力する超音波の搬送周波数を、入射するレーザビームの波長に対応させて異ならせることにより、複数の回折ビームの分離角度を互いにほぼ等しくさせ、前記ビーム合成手段により前記所望の変調ビームのビーム光軸を同軸に合成すると共に、前記不要な回折ビームの光路もほぼ一致させることを特徴とする請求項 5 に記載のレーザ光学装置。

【請求項 7】前記アフォーカル光学系の後方にアクロマート集光レンズを配置したことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載のレーザ光学装置。

20 【請求項 8】前記アフォーカル光学系に入射するビームの内、波長が長い方のビームの径は、波長の短い方のビームの径よりも大きいことを特徴とする、請求項 5、6 または 7 に記載のレーザ光学装置。

【請求項 9】請求項 1～8 のいずれか 1 つに記載のレーザ光学装置を有するビーム走査装置であって、前記すべての光学系より後方に、前記所望の変調ビームを走査する 1 個または 2 個のビーム走査手段を有することを特徴とするビーム走査装置。

30 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザマーカ、レーザトリマー、レーザディスプレイなどに用いることのできる、ビーム強度変調手段として音響光学素子（以下 AOM と呼ぶ）を用いたレーザ装置、あるいは、該装置にビーム走査機構を付加したビーム走査装置に関する。詳しくは、AOM によって回折される所望の変調ビームと、それ以外の不要な回折ビームとを明確に分離し、所望の変調ビームのみを取り出す技術に関する

40 【0002】

【従来の技術】レーザビームを AOM によって変調させることにより、さまざまな機能をもつレーザ装置が構成できるとが知られている。AOM は入射ビームの強度を変調させることができ、レーザマーカ、レーザトリマー、レーザディスプレイなど多岐にわたるレーザ装置に使用されている。レーザの強度変調方式には、直接変調方式があり、低出力半導体レーザにおいては、直接変調方式が用いられることが多い。しかし、レーザ出力が高くなると、直接変調方式ではデューティ比が下がってくる。一方で AOM はレーザビームパワーが大きい場合で

もデューティ比を確保できるのでワットクラスのハイパワーレーザを用いたレーザ装置において有効な変調手段となっている。

【0003】AOMから出射される回折ビームには0次光と1次光の2つが存在するが、ビームの入射条件等によっては-1次、+2次の回折光が同時に放射されることがある。このうち、通常、変調光として使用するのは1次回折光のみである。これを所望の変調ビームと呼ぶことにする。その他のビームは不要であるため、不要な回折ビームと呼ぶことにする。不要な回折ビームは遮光する必要がある。ところが、AOMから放射される回折ビームの回折分離角は数ミリラジアンと非常に小さい。そのため、AOMの近傍で不要な回折ビームのみを遮光することが難しく、開口をもつ遮光板によって所望の変調ビーム以外を遮光しようとする、ビーム直径と開口径がほぼ同一になってしまう。すると、開口のエッジでビームが回折してしまう。また、開口の位置がずれると透過光量が低下し、光利用効率が低下してしまう。

【0004】不要な回折ビームを遮断して、所望の変調ビームのみを取り出す技術として、特開平9-5689号公報に記載された技術が知られている。この技術は、AOMから出射されるわずかな分離角度をもった複数の回折ビームを、2群の凸レンズからなるビームエキスパンダに導き、前群の焦点面にピンホールの開いた遮光板を置いて、所望の変調ビームのみを通過させるようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】AOMから十分離れた位置ではAOMから出射される複数の回折ビームの離間距離は広がるので、不要な回折ビームの遮光は容易になるが、長い光路長を要するので装置が大型化してしまう。回避策として、光路をミラーで折り返して装置を小型化することが可能であるが、装置構成が複雑になり、調整も煩雑になる。複数の回折ビームの離間距離を拡大する従来技術の別な方法として、図10のように、AOMの出射端側にウェッジ基板を配置する方法がある。ウェッジ基板3の表面から入射した複数の回折光1、2は所定の基板厚さを透過し、ウェッジ基板3の裏面で反射して、再び基板内を透過し、ウェッジ基板3の表面から出射する。以上の工程によって近接していた複数の回折光1、2をある程度離間させ、離間した後に、開口4aを有する遮光部材4を介して不要な回折ビームを遮蔽することができる。しかしこの方法ではビームに非点収差が発生し集光特性が劣化する。また、ビームの光路が折り返される系になるので、この系の後段で3原色のビーム合成を行う場合には系の配置調整が複雑になる。また、3原色の各々の光路に対してこの系を設置する必要がある、系の配置は一層複雑になる。前記特開平9-5689号公報に記載の光学系は、小さい分離角度をもち、部分的に重複してしている複数の光束でも、所望

のビームのみを通すピンホールを持つ遮光板によって明確に分離できる利点はあるが、それぞれの光束の集光点はかなり近接しているので、ピンホールの構成に与えられる許容誤差があまり大きくない。理想的には、変調ビーム径よりも大きい開口を以って、不要な回折ビームを遮光でき、しかも、長い光学距離を必要としないことが望まれる。

【0006】レーザ装置において、変調ビームは平行もしくは平行に近い状態で伝搬されることが望ましい。ビームが発散すると、後方の光学系の大型化が必要になりコストアップする。レーザビームのガウシアン伝搬特性原理から、ビーム径を大きくした方が、伝搬ビームの平行度が向上することは知られているが、レーザマーカ、レーザトリマー、レーザスキャンディスプレイなどの用途においては、一旦ビーム径を拡張してしまうと、最後に集光する際の焦点深度が浅くなり、深度が浅いと加工面やスクリーンの位置精度が厳しくなる。以上のことから、ビーム径を大きくして伝搬ビームの平行度を向上する光学系が採用されるケースは稀である。要はレーザから放射されるビーム径になるべく近い状態を維持してビームを伝搬させることが望ましい。

【0007】異なる波長のレーザの各々を変調して用いる装置においては、波長の異なるレーザビームの各々に対応するAOMが同様の問題をもつ。波長の異なるビームの各々がAOMを通過すると回折ビーム本数が増えるが、これらのうちで不要な回折ビームを効率よく同時に遮光する方法が望まれる。遮光手段によって選択された所望の変調ビームは波長が異なっているが、これらのビームを集光したり、あるいは走査させたりする装置が考えられる。この場合に、波長の異なるビームの集光位置やスポットサイズを一致させることができる装置構成が望まれる。

【0008】これらの問題点を踏まえ、本発明では、AOMから出射する不要な回折ビームを短い光学経路内で遮光することを主たる目的とする。そして、所望の変調ビームの平行性の制御を可能にすることを主たる目的とする。さらに以下のようなことを目的とする。回折光分離効果を高くし、部品の加工精度や組み付けの調整精度を緩和する。波長の異なるレーザを同時に使用するレーザ装置内において、不要な回折ビームのすべてを同時に遮光し、所望の変調ビームを平行ビームに変換する。波長の異なる変調ビームを同一の焦点位置に集光させる。AOMで変調した波長の異なるビームを走査して同一の位置に集光させるとともに集光スポットサイズも同一にする。そして、これらレーザ光学装置を用いたビーム走査装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本願の請求項1に記載の発明では、音響光学変調素子（以下AOMと呼ぶ）による光強度変調手段を有する

レーザ装置において、前記 AOM の後方に負のパワーをもつ光学素子の光軸を前記 AOM から出射される所望の変調ビームのビーム光軸と同軸に配置し、前記 AOM から出射される互いに射出角度の異なる複数の回折ビームの分離角度を拡大し、前記所望の変調ビームのみを通し、それ以外の不要な回折ビームを通さない大きさの開口を有する遮光部材を、前記開口の中心が前記光軸に一致するように配置して前記不要な回折ビームを遮光することを特徴とする。

【0010】請求項 2 に記載の発明では、AOM による光強度変調手段を有するレーザ装置において、前記 AOM の後方に、正のパワーをもつ光学素子の光軸を前記 AOM から出射される所望の変調ビームのビーム光軸と同軸に配置し、前記 AOM から出射される射出角度の異なる複数の不要な回折ビームのビーム光軸を、一旦前記光学素子の焦点後方の収束点で前記光学素子の光軸と交叉させた後発散させることによって分離角度を拡大し、前記光学素子から前記収束点までの距離に等しいかそれよりも大きい距離だけ前記収束点から離れた位置に、前記所望の変調ビームのみを通し、それ以外の不要な回折ビームを通さない大きさの開口を有する遮光部材を、前記開口の中心が前記光軸に一致するように配置して前記不要な回折ビームを遮光することを特徴とする。

【0011】請求項 3 に記載の発明では、AOM による光強度変調手段を有するレーザ装置において、前記 AOM の後方に、正のパワーをもつ 2 群レンズで構成されるアフォーカル光学系の光軸を、前記 AOM から出射される所望の変調ビームのビーム光軸と同軸に配置し、前記アフォーカル光学系の前群の屈折作用により、前記 AOM から出射される射出角度の異なる複数の不要な回折ビームのビーム光軸を、一旦前記光学素子の焦点後方に収束後発散させることによって分離角度を拡大し、前記アフォーカル光学系の後群直前または直後位置に、前記所望の変調ビームのみを通し、それ以外の不要な回折ビームを通さない大きさの開口を有する遮光部材を、前記開口の中心が前記光軸に一致するように配置して前記不要な回折ビームを遮光することを特徴とする。

【0012】請求項 4 に記載の発明では、請求項 3 に記載のレーザ光学装置において、前記アフォーカル光学系は、前群焦点距離より後群焦点距離が長いビームエキスパンダであることを特徴とする

請求項 5 に記載の発明では、波長の異なる複数のレーザビームをそれぞれ対応する AOM で個別に変調し、得られる複数の回折ビームのうち、各所望の変調ビームのビーム光軸を同軸に合成する複数の偏向装置からなるビーム合成手段を有し、該ビーム合成手段によって合成された、異なる波長を含む合成ビームを、その後方に配置され、前記ビーム光軸と光軸を一致させ、アクロマートレンズにより構成されたアフォーカル光学系に入射させ、前記アフォーカル光学系の後群の直前もしくは直後に配

置した、前記合成ビームのみを通し、それ以外の不要な回折ビームを通さない大きさの開口を有し、該開口の中心が前記光軸と一致する遮光部材によって、所望の変調ビームのみを平行光束として取り出すことを特徴とする。

【0013】請求項 6 に記載の発明では、請求項 5 に記載のレーザ光学装置において、前記それぞれ対応する AOM に入力する超音波の搬送周波数を、入射するレーザビームの波長に対応させて異ならせることにより、複数の回折ビームの分離角度を互いにほぼ等しくさせ、前記ビーム合成手段により前記所望の変調ビームのビーム光軸を同軸に合成すると共に、前記不要な回折ビームの光路もほぼ一致させることを特徴とする。請求項 7 に記載の発明では、請求項 5 または 6 記載のレーザ光学装置において、前記アフォーカル光学系の後方にアクロマート集光レンズを配置したことを特徴とする。

【0014】請求項 8 に記載の発明では、請求項 6 または 7 記載のレーザ光学装置において、前記アフォーカル光学系に入射するビームの内、波長が長い方のビームの径は、波長の短い方のビームの径よりも大きいことを特徴とする。請求項 9 に記載の発明では、請求項 1～8 のいずれか 1 つに記載のレーザ光学装置を有するビーム走査装置であって、前記すべての光学系より後方に、前記所望の変調ビームを走査する 1 個または 2 個のビーム走査手段を有するビーム走査装置を特徴とする。

【0015】

【作用】請求項 1 記載の発明によれば、負のパワーをもつ光学素子により、複数の回折ビームの分離角度が拡大し、遮光部材により、所望の変調ビームのみが取り出される。請求項 2 記載の発明によれば、正のパワーをもつ光学素子により、複数の回折ビームの分離角度が拡大し、遮光部材により、所望の変調ビームのみが取り出される。請求項 3 記載の発明によれば、正のパワーをもつ光学素子により、複数の回折ビームの分離角度が拡大し、遮光部材の開口を通過した所望の変調ビームは、アフォーカル光学系出射後もビームの平行性が維持される。

【0016】請求項 4 記載の発明によれば、所望の変調ビームのビーム光軸と、不要な回折ビームのビーム光軸の、遮光部材位置における距離がより大きくなる。請求項 5 記載の発明によれば、波長の異なる複数の所望の変調ビームのビーム光軸を一致させておくことにより、波長の違いによる光路の違いが発生しない。請求項 6 記載の発明によれば、不要な回折ビームも、波長の違いによる光路の違いが発生しない。

【0017】請求項 7 記載の発明によれば、ビーム走査装置等に適用したとき、所望の変調ビームが所定の像面位置に焦点を結ぶ。請求項 8 記載の発明によれば、ビーム走査装置に適用したとき、異なる波長の所望の変調ビームが所定の像面位置に同じスポットサイズで焦点を結

ぶ請求項 9 記載の発明によれば、前記各レーザ光学装置を用いたビーム走査装置が提供できる。

【0018】

【実施形態】図 1 は本発明の第 1 の実施形態を説明する図である。図 1 において、レーザ光源 1 から出射し、AOM2 に入射した平行ビームは、AOM2 において変調を受け、0 次光、±1 次光などの複数の回折ビームとして出射する。AOM2 から出射される複数本の回折ビームは、入射したビームの波長と、AOM に入力される超音波振動の搬送周波数に依存した分離角度を有する。これら複数の回折ビームの分離角度は小さいが、直後に負のパワーをもつ光学素子 3 1 を置くことにより、その屈折効果によって、光学素子 3 1 から出射される回折ビームが短い光学距離において分離角度を拡大できる。光学素子 3 1 を、以後使用する所望の変調ビーム 5 と光軸を一致して配置させることにより、所望の変調ビーム 5 はレンズ中心を通過するので、そのビーム光軸は屈折されずに直進する。ただし、平行光束として入射した所望の変調ビーム 5 は発散光束として出射する。光学素子 3 1 の後方において、所望のビーム以外のビーム、すなわち、不要な回折ビーム 6 は所望の変調ビーム 5 と距離的に十分に分離されているので、適度な大きさの開口 4 a をもつ遮光部材 4 によって、不要な回折ビーム 6 のみを容易に遮光できる。ここで、開口 4 a の適度な大きさとは、既に述べた理由により、所望の変調ビームの径より大きめの方がよい。ただし、不要な回折ビームが入り込まない程度にしておかなければならない。部品精度等の止むを得ないバラツキがあっても所望の変調ビームのみが得られるように、光学素子 3 1 のパワー、該光学素子 3 1 から遮光部材 4 までの距離、および、開口 4 a の大きさを決める。ここで光学素子と呼ぶのは、その目的に合えば、単レンズでも、複数のレンズによる複合レンズでもよい。要は、光学的に 1 個のレンズとして取り扱えるものであればよい。以下の説明においても同様である。

【0019】図 2 は本発明の第 2 の実施形態を説明する図である。図 1 との違いは AOM 直後の光学素子が正のパワーをもつ光学素子 3 2 になっている点である。図 2 において、不要な回折ビームのビーム光軸は、所望の変調ビームとの間に分離角度を有しており一見発散性のようであるが、個々のビームは平行光束である。そのため、光学素子によって屈折された各ビームは、光学素子の焦点面上の互いに一致しない位置に焦点を結ぶ。しかし、各ビームのビーム光軸は光学素子の焦点位置より若干後方で収束し、その後発散する。光学素子 3 2 に入射する前の各ビームの分離角度は小さいが、光学素子 3 2 のレンズパワーを大きくすることによって、短い光学距離において回折ビームの分離角度を拡大することができる。光学素子 3 2 の光軸を、実際に使用する所望の変調ビーム 5 のビーム光軸と一致させることにより、所望の

変調ビーム 5 のビーム光軸は屈折作用を受けず直進する。ただし、平行光束として光学素子 3 2 に入射した所望の変調ビーム 5 は、光学素子 3 2 の焦点位置を過ぎると発散光束となって進行する。不要な回折ビーム 6 も前述の様に光学素子 3 2 の焦点面上に焦点を結ぶが、そのビーム光軸は前記焦点位置よりも後方で所望の変調ビームのビーム光軸と交わる。両ビーム光軸の交点の後方において、不要な回折ビーム 6 のビーム光軸は所望の変調ビーム 5 のビーム光軸と距離的に分離されるので、実施形態 1 と同様、遮光部材 4 の位置を選ぶことによって所望の変調ビームのみを取り出すことができる。遮光部材 4 の位置を前記両ビーム光軸の交点から近い位置に置く、と前記両ビーム光軸間の距離は、光学素子 3 1 に入射するときの両ビーム光軸間の距離よりもむしろ小さくなってしまふ可能性がある。この問題が生ずるのを防ぐために、遮光部材 4 の置く位置は、光学素子 3 2 から前記交点位置までの距離と少なくとも同じ距離だけ、好ましくはそれ以上前記交点から離れている必要がある。

【0020】図 3 は本発明の第 3 の実施形態を説明する図である。図 2 との違いは、遮光部材 4 の後方に正のパワーをもつ光学素子 7 が配置されており、光学素子 3 2 との組み合わせでアフォーカル系のビームコンバータを形成している点である。すなわち、光学素子 3 2 の焦点位置と、光学素子 7 の焦点位置が一致するように同軸に配置されている。図 3 において、光学素子 3 2 に入射した平行光束である所望の変調ビーム 5 は、光学素子 3 2 によってその焦点位置に一旦収束され、そのまま発散光として進行し、ビームコンバータの後群である光学素子 7 の直前に配置した、遮光部材 4 の開口 4 a を通過したのち光学素子 7 に入射する。前述のように、光学素子 7 は光学素子 3 2 と共焦点になっているので、所望の変調ビーム 5 は、光学素子 7 を経ると再び平行光束となって光軸上を進む。なお、図では遮光部材 4 の位置を、ビームが光学素子 7 に入射する前になるようにしているが、不要回折ビームの遮光の効果だけを考えれば、遮光部材 4 の代わりにビームが光学素子 7 を出射した直後に、図の点線で示すように遮光部材 4' を置いていても構わない。これは、以後の実施形態すべてにおいて同様である。一般的には不要な光束はなるべく早く遮断して、光学素子内での不要な散乱光を未然に防止するのが普通である。図示はしていないが、図 1 の光学系において遮光部材 4 の直後に正のパワーをもつ光学素子 7 を置いて、光学素子 3 1 からの発散光束を平行光束に変換しても、図 3 の実施形態と同様な効果が得られる。この構成は図 3 の構成よりも光路長を短くできる利点がある。

【0021】図 4 はよく使われる変調方式にも本発明が適用しうることを示す参考例の図である。図 4 において、レーザ光源 1 から出た平行ビームは、正のパワーをもつ光学素子 8 によって、AOM2 の変調位置に焦点を結ぶ。このようにすることによって、変調速度を速くす

ることができるので、この構成はよく用いられている。AOM2によって変調された光束は発散性の複数の回折ビームとなってAOM2を出射する。これらの光束を同じく正のパワーをもつ光学素子9によって平行光束に戻す。すなわち光学素子8と、光学素子9もまたアフォーカル系を構成している。光学素子9を通った光束は、第3の実施形態と同様、内部に遮光部材4を含むビームコンバータによって所望の変調ビーム5のみを平行光束として取り出すことができる。ただし、AOM2で変調を受けた光束は発散角をもつので、この角度が分離角度より大きいと部分的に重複してしまい、遮光部材4では分離できなくなる。もともとAOM2の分離角度があまり大きくないため、光束の発散角をそれよりさらに小さくするためには、光学素子8とAOM2との距離を十分大きくとらねばならず、装置の小型化に難点がある。

【0022】図5は前記第3の実施形態の、より好ましい条件を説明するための、一部を拡大した図である。ビームコンバータは、前群と後群の焦点距離の大小関係により、ビームエキスパンダとビームコンデンサに分かれる。本発明では、原理的にはどちらも採用可能であるが、分離の程度を大きくする目的だけから言えば、ビームエキスパンダの構成の方が適している。図5において、ビームコンバータを形成するアフォーカル系レンズ群の光学素子3と光学素子7のそれぞれの焦点距離を f_1 、 f_2 とする。ここで、 $f_1 < f_2$ 、すなわち、後群の光学素子の焦点距離を、前群のそれより大きくする。これにより、後群にほぼ密着して配置された遮光部材4の位置での、所望の変調ビームのビーム光軸と不要な回折ビームのビーム光軸との軸間距離を、前群の光学素子に入射する前の両ビーム光軸の軸間距離より f_2 / f_1 の比だけ大きくすることができる。ただし、この構成はビームエキスパンダとなり、入射ビームのビーム径より出射ビームのビーム径の方が前記と同じ比で大きくなる。既に述べたように、ビーム径をあまり大きくすることは得策ではないので、他の要素との兼ね合いで f_1 、 f_2 を定める。

【0023】図6は本発明の第4の実施形態を説明する図である。図において、1-1、1-2は互いに波長の異なるレーザ光源である。それらの出射光の波長を仮に λ_1 、 λ_2 とする。それぞれの光源から出射した平行ビームはそれぞれ対応するAOM2-1、2-2によって変調され、それぞれが複数の回折ビームを出射する。AOM2-1を出射した波長 λ_1 の複数の回折ビームは、第1の偏向装置である全反射ミラー10によって偏向される。AOM2-2を出射した波長 λ_2 の複数の回折ビームは、波長 λ_1 は透過し、波長 λ_2 は全反射するような第2の偏向装置であるダイクロイックミラーにより偏向される。このとき、AOM2-1から出射される複数の回折ビームのうち、所望の変調ビーム5-1のビーム光軸と、AOM2-2から出射される複数の回折ビーム

のうち、所望の変調ビーム5-2のビーム光軸とが同一直線上に一致するように全反射ミラー10とダイクロイックミラー11とを配置する。これによって、波長の異なる複数の所望の変調ビームがあたかも1本のビームのようになり、合成ビーム52となる。両ミラー10、11で偏向された不要な回折ビーム6は合成ビーム52とは異なる光路を通る。

【0024】一般にレーザ光源1から出射したレーザビームは平行性が良いことを前提としているが、いくつも光学系を経由するうち若干発散性になることもある。その場合には必要に応じて図の2点鎖線に示すように、弱い正のパワーをもったコリメートレンズ92を、アフォーカルレンズ系より手前に挿入すると良い。合成ビーム52と不要回折ビーム6は実施形態3と同様なアフォーカル系を通すことによって、遮光部材4で合成ビーム52のみを光学素子73から取り出すことができる。ところで、合成ビーム52は異なる波長成分、 λ_1 、 λ_2 を含んでいる。したがって、図3のように光学素子32や光学素子7として、色収差を含むレンズ系を用いてしまうと、光学素子7を出射した合成ビームは、波長による屈折率の違いにより、両波長をもとに平行光束に揃えることができなくなってしまう。そこで、ここに使う光学素子はすべて色消しを図ったレンズ系、すなわち、アクロマートレンズ系により構成する。これによって、光学素子33へ入射し、光学素子73を出射した合成ビーム52は波長の違いにかかわらず平行光束となる。以上、理解を容易にするため、2色の場合で説明してきたが、ディスプレイなどの用途には一般に3原色を用いるのが普通であり、本実施形態も3色の場合に適用できることは明らかである。ただし、その場合、第3の波長を λ_3 とすると、第3の偏向装置としては、 λ_1 と λ_2 は透過し、 λ_3 は全反射するダイクロイックミラーあるいはバンドパスフィルタを用いることになる。その他の構成は図から明らかである。以下の図においても説明は2色の場合でしてあるが、3色用の構成を前提としている。

【0025】図7は図6の構成において、特に不要な回折ビームを処理しやすく制御する例を説明する図である。AOMで回折するビームの回折角度は入射する光束の波長によって変わる。AOMに加える超音波振動は、搬送波と信号用の変調波を合成したものである。変調波は振幅変調であり、変調ビームの強度変化として現れる。搬送波の周波数の違いはAOMの内部に発生する格子縞の間隔の違いに現れる。結果的に回折ビームの分離角度の違いとなって現れる。図6において、異なる波長の光束に対し、AOM2-1、2-2で同じ周波数の搬送波を用いて変調を行えば、図のように、不要な回折ビームの光路は波長によって分離角度が異なるため、ダイクロイックミラー11を経た後も互いに異なる光路を通る。図7においては、AOM2-1、2-2に与える搬送波の周波数を異ならせ、結果として不要な回折ビーム

の分離角度が両者ほぼ等しくなるように制御する。それに伴って、AOM2-2と、全反射ミラー10を介したAOM2-1とを、ダイクロイックミラー11に関して光学的に対称な配置とする。その結果、ダイクロイックミラー11を経由した不要な回折ビーム2は波長が異なっていながら、ほぼ同じ光路をたどる。こうすることによって、遮光部材4の開口4aを最も効率よい大きさに設定できる。

【0026】図8は本発明の第5の実施形態を示す図であり、走査装置などに適用し得る光学系を示す。図7の構成の光学素子73の後方にさらに正のパワーをもつアクロマート集光レンズ系12を配置した構成である。光学素子73を射出した、異なる波長を含む合成ビーム52は、平行光束となってアクロマート集光レンズ系12に入射する。したがって、合成ビーム52はあたかも1つの波長のビームであるかのように振る舞い、どの波長の光束もアクロマート集光レンズ12系の焦点位置に焦点を結ぶので、ディスプレイなどに用いたとき、色ずれが生じない。

【0027】アクロマート集光レンズ系12の焦点距離に波長差はないが、焦点を結んだときのスポット径は波長によって変わる。スポット径の大きさは波長とF値（口径比すなわち、焦点距離/ビーム径）に比例する。波長が長い場合はビーム径を大きくすることでF値を小さくできるので、ビーム径制御によって、波長とF値の積算値をほぼ同一にすることができる。以上の原理に基づき、波長差のある合成ビーム52の集光スポット径を描き、それが可能になる。この効果はレーザスキャンディスプレイの用途に対して効果がある。具体的な構成としては、射出ビーム径の異なるレーザ光源を採用するか、あるいは、図示はしていないが、レーザ光源から全反射ミラーもしくはダイクロイックミラーなどの偏向装置までのどこかにビームエキスパンダもしくはビームコンデンサを挿入することで達成できる。

【0028】図9は本発明の第6の実施形態の一例を示す図である。図9において、符号13、14はビーム走査手段を示す。図の例では13は回転多面鏡を、14はガルバノミラーを表す。ビーム走査手段に光束を入射させる光学系は、図1ないし図8に示す光学系のいずれか一つを、少なくともその一部に有している。図9は図8に示す光学系をそのまま当てはめた例で示してある。

【0029】図9の例ではビーム走査手段の例としてポリゴンミラー13、ガルバノミラー14を記載したが、符号13をガルバノミラーとしてもよい。あるいは、符号14をポリゴンミラーとしてもよい。図の構成では、ポリゴンミラー13は変調ビーム5を紙面水平方向に走査し、ガルバノミラー14は紙面垂直方向に走査する。図9の構成によれば、2個のビーム走査手段を用いて、変調ビーム52は2軸方向に、すなわち、2次元的に走査される。ただし、被走査面が移動するような場合で、

2次元的に走査する必要がない場合には、走査手段は1個でよい。図示はしていないが、画像形成装置などに使われるf・θレンズを併用し、走査手段前後の光学系をそれにあわせてものにすれば、平面ディスプレイに歪みのない画像を表示することも可能である。

【0030】ビーム走査装置としては、レーザマーカー、レーザトリマー、レーザスキャンディスプレイなどが考えられるが、必ずしもこれらに限定されるものではない。本発明の装置構成手段によれば、不要なビームを短い光路長で容易に遮光することができる。所望の変調ビームについては、そのビーム径よりも大きな開口を有する遮光部材の開口を通過させることができるので、開口エッジによる回折が発生しないため、ビームを集光した際にサイドロープのないスポットを形成できる。さらに、加工面あるいはスクリーンに不要なビームが到達することを回避できるので、加工品質ないし画像品質を向上させることができる。あるいは、波長の異なるビームを同一の焦点位置に集光させることができるので、加工部材の位置を変えることなく、スポット径の異なる加工が行える。あるいは、スクリーン上に3色のビームスポットを照射させるレーザスキャンディスプレイにおいては色ずれの原因となる波長による焦点位置ずれやスポットサイズの差異が発生しない。

【0031】

【発明の効果】請求項1または2の発明によれば、AOMから射出する複数の回折ビームの内、不要な回折ビームを短い光学経路内で遮光することができ、不要成分を含まず、所望の変調ビームのみを光量損失なく取り出す装置が小型化できる。請求項3乃至4の発明によれば、所望の変調ビームを不要な回折光から分離した時点で発散光束を平行光束に戻すことができ、なおかつ、分離の程度を大きくすることで、部品精度や装置の組み付け精度に許される許容誤差を大きく緩和することができる。

【0032】請求項5乃至6の発明によれば、波長の異なるレーザを同時に使用するレーザ装置内において、不要な回折ビームのすべてを1つの遮光部材で同時に遮光し、波長の異なる複数の所望の変調ビームを、合成ビームとしてあたかも1つのビームであるかのように取り扱うことができる。

【0033】請求項7の発明によれば、異なる波長を含む合成ビームを同一の位置に焦点を結ばせることができるので、ディスプレイなどに用いた場合色ずれが生じない。請求項8の発明によれば、複数の波長を含む合成ビームを集光させたとき、波長が異なっても集光スポット径が等しくなり、ディスプレイなどに用いた場合色ずれが生じない。請求項9の発明によれば、請求項1ないし8に示す光学系を少なくとも一部に使用したビーム走査装置が得られるので、装置が小型化できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態を説明する図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施形態を説明する図である。

【図 3】本発明の第 3 の実施形態を説明する図である。

【図 4】よく使われる変調方式にも本発明が適用しうることを示す参考例の図である。

【図 5】第 3 の実施形態の、より好ましい条件を説明するための、一部を拡大した図である。

【図 6】本発明の第 4 の実施形態を説明する図である。

【図 7】図 6 の構成において、特に不要な回折ビームを処理しやすく制御する例を説明する図である。

【図 8】本発明の第 5 の実施形態を示す図である。

【図 9】本発明の第 6 の実施形態の一例を示す図である。

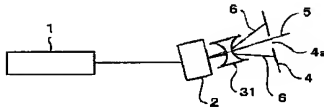
【図 10】複数の回折ビームの離間距離を拡大する従来*

* 技術の一例を示す参考図である。

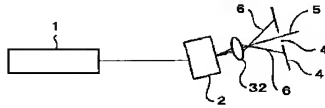
【符号の説明】

- | | |
|-------------|--------------|
| 1 | レーザ光源 |
| 2 | AOM |
| 3 1、3 2、3 3 | 光学素子 |
| 4 | 遮光部材 |
| 5 | 所望の変調ビーム |
| 5 2 | 合成ビーム |
| 6 | 不要な回折ビーム |
| 10 | 7 光学素子 |
| 1 0 | 全反射ミラー |
| 1 1 | ダイクロイックミラー |
| 1 2 | アクロマート集光レンズ系 |
| 1 3、1 4 | ビーム走査手段 |

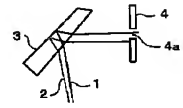
【図 1】



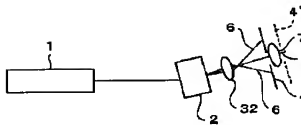
【図 2】



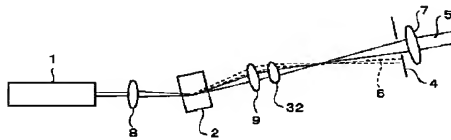
【図 10】



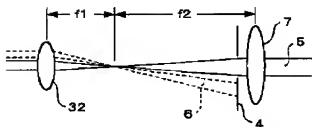
【図 3】



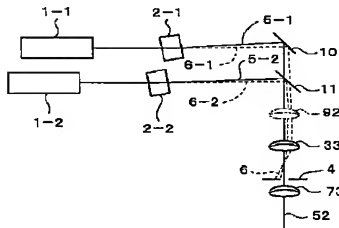
【図 4】



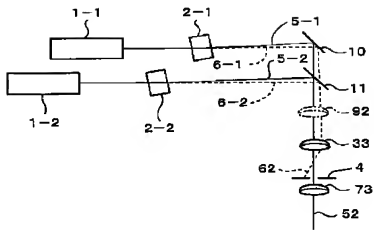
【図 5】



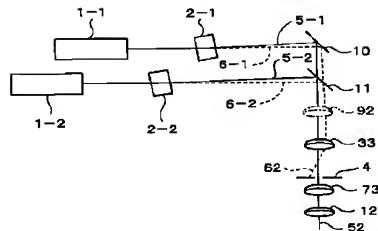
【図 6】



【図7】



【図8】



【図9】

